

**Vergleichende Untersuchung bestimmter
Lungenfunktionswerte mit verschiedenen Meßgeräten
bei Herzkranken**

von

HANS-MICHAEL MEISSNER

aus Bayreuth

1979 № 374

Aus der Chirurgischen Klinik mit Poliklinik
der Universität Erlangen-Nürnberg
(Direktor: Prof. Dr. med. F. P. Gall)

**Vergleichende Untersuchung bestimmter
Lungenfunktionswerte mit verschiedenen Meßgeräten
bei Herzkranken**

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt von
HANS-MICHAEL MEISSNER
aus Bayreuth

**Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät
der Universität Erlangen-Nürnberg**



Dekan: Prof. Dr. W. Kersten
Referent: Prof. Dr. R. Leutschaff
Korreferent: Prof. Dr. F.P. Gall

Tag der mündlichen Prüfung: 24.10.1979

keinen lieben Eltern



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546211_0019

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

Seite

1)	Einleitung.....	4
2)	Untersuchungsgut, Methodik.....	5
3)	Besprechung der Untersuchungsergebnisse....	9
4)	Diskussion der Untersuchungsergebnisse....	27
5)	Zusammenfassung.....	30
6)	Literaturverzeichnis.....	31

1) Einleitung

Die Lungenfunktionsuntersuchung informiert über die Leistungsfähigkeit der Lunge und über möglicherweise vorhandene Leistungseinschränkungen (17). Wenn auch eine spezifische Diagnose auf Grund solcher Untersuchungen allein nicht gestellt werden kann, ist eine Funktionsanalyse bei Krankheiten des Atmungsorgans und, wegen der engen organischen und funktionellen Verknüpfung mit dem Herz- und Kreislaufsystem, auch bei Herzkrankheiten üblich. Nach H.W.Knipping und Bolt (11) ist bei Belastungsuntersuchungen von Herzkranken die Kenntnis der Ruheausgangswerte und der Lungenfunktion in Ruhe erforderlich.

Für die Messung der Lungenfunktionswerte gibt es heute verschiedene Geräte, die die Lungenmesswerte durch unterschiedliche Methoden bestimmen. Misst man bei einer Versuchsperson mit mehreren Apparaten die Lungenparameter, kommt es nach Schönstedt (18) durch die verschiedenen Systeme und Konstruktionen zu differierenden Meßergebnissen. Auch die Herzkrankheiten haben Einfluss auf die Lungenfunktion und damit auf die Messwerte (5).

Es stellt sich daher die Frage, wie bei bestimmten Herzkrankheiten sich diese Lungenfunktionswerte, die durch unterschiedliche Geräte gewonnen werden, zueinander verhalten.

2) Untersuchungsgut, Methodik

Im Zeitraum von Anfang September 1973 bis Ende Dezember 1973 wurden in der Abteilung für kardio-pulmonologische Funktionsdiagnostik der Chirurgischen Universitätsklinik Erlangen bei 105 Patienten, die sich einer Herzoperation unterzogen, mit drei verschiedenen Apparaten eine Lungenfunktionsprüfung vorgenommen.

Von den 105 untersuchten Patienten sind 98 Resultate verwertbar. Von den 98 Versuchspersonen waren 36 Frauen und 62 Männer. Der jüngste Proband war 16 Jahre, der älteste 63 Jahre alt.

Die 98 Patienten werden je nach vorliegender Herzkrankheit in folgende vier Hauptgruppen eingeordnet:

- 1) Gruppe der Mitralfehler
 - a) Mitralkstenose 12 Patienten
 - b) kombinierter Mitralfehler 19 Patienten
- 2) Gruppe der Aortenklappenkrankheiten
 - a) Aortenstenose 12 Patienten
 - b) Aorteninsuffizienz 11 Patienten
 - c) kombinierter Aortenfehler 8 Patienten
- 3) Koronare Herzkrankheit 29 Patienten
- 4) Vorhofseptumdefekt 7 Patienten

Um die Lungenfunktionsmesswerte zu ermitteln kommen folgende drei Geräte zur Anwendung:

- 1) Ein geschlossener Glockenspirometer
Spirotest I der Firma e. Jäger in Würzburg.
- 2) Ein Ganzkörperplethysmograph
Siregnost FD 91 der Firma Siemens in Erlangen.

3) Ein Monoghan Pulmonary Function Analyzer Typ M 403 der Firma Sandoz in Nürnberg.

zu 1) Beim geschlossenen System der Spirographie atmet die Versuchsperson in denselben Behälter ein und aus, wobei durch eine entsprechende Einrichtung die Kohlensäure der Ausatemluft absorbiert und der verbrauchte Sauerstoff meist von einer zweiten Spirometerglocke ersetzt wird (20).

zu 2) Beim Ganzkörperplethysmographen befindet sich der Proband mit dem ganzen Körper in einer knapp 1 m^3 grossen Kammer, die luftdicht verschliessbar ist. Die Atemluft wird zur Ermittlung der Atemstromstärke in- und expiratorisch durch einen Pneumotachographen geleitet. Die Druckänderungen der Kammer geben gewissermassen ein Negativ der Alveolardruckänderungen wieder (20). Der Siregnost FD 91 arbeitet nach der Methode der "Spontanatmung". Die Messwerte werden hierbei direkt und unverzerrt mit einem Koordinatenschreiber aufgezeichnet. BTPS-Bedingungen werden durch eine elektronische Rechenanlage simuliert (19). BTPS = Body Temperature, Pressure, Saturation = Gasvolumen bei Körpertemperatur (37°C), beim gemessenen Luftdruck und bei Sättigung mit Wasserdampf (9).

zu 3) Das Sandoz - M 403 Gerät misst nach dem Thermistorenprinzip den strömungsabhängigen Kühleffekt der Atemluft (20). Die Atemgrössen der Testpersonen werden durch einen thermoelektrischen Transducer im offenen System

registriert, in einem Volumenintegrator ausgewertet, gespeichert und auf Tasterdruck durch Leuchtziffern angezeigt (13).

Eine Lungenfunktionsprüfung umfasst statische und dynamische Messwerte. Zu den statischen Grössen gehört die Vitalkapazität, zu den dynamischen Grössen gehören u.a. der Atemgrenzwert und die 1-Sekundenkapazität (11).

Diese Lungenparameter sind wie folgt definiert:

Die Vitalkapazität (VK) ist das Volumen um das die Lunge von der tiefsten Expirationsstelle aus maximal vergrössert werden kann (4).

Die 1-Sekundenkapazität (FEV_1) ist dasjenige Volumen, das nach maximaler Inspiration in der ersten Sekunde unter grösster Anstrengung ausgeatmet werden kann (20).

Der Atemgrenzwert (AGW) ist die Luftmenge, die bei grösstmöglicher Anstrengung pro Zeiteinheit ventiliert werden kann (12).

Beim Atemgrenzwert lässt man den Patienten während ca. 10-15 sec. so schnell und so tief wie möglich atmen und rechnet das so gemessene Atemvolumen auf 1 min und Lungenverhältnisse (BTPS) um (5).

Um nun festzustellen, wie sich die mit drei verschiedenen Geräten gemessenen Lungenmesswerte bei Herzkrankheiten zueinander verhalten, werden in den jeweiligen Patientengruppen die Werte der Vitalkapazität, der 1-Sekundenkapazität und des Atemgrenzwertes miteinander verglichen.

Bei den beiden letztgenannten Lungenparametern kommen nur die Werte des Spirotest I und des M 403 zum Vergleich.

Die gemessenen Werte der Vitalkapazität und des Atemgrenzwertes sind in Prozent des Sollwertes angegeben. Die absolute 1-Sekundenkapazität (FEV_1) wird in die relative 1-Sekundenkapazität ($FEV_1\%$) in Prozent der verfügbaren Vitalkapazität umgerechnet (20).

$$\text{Formel: } FEV_1\% = \frac{FEV_1}{VK} \cdot 100 \quad (10)$$

Zur Ermittlung der Sollwerte der Vitalkapazität und der 1-Sekundenkapazität dienen die von R. Amrein u. Mitarb. (1) angegebenen Diagramm. Diese Sollwerte liegen zur Zeit absolut am höchsten (6). Zur Berechnung des Soll-Atemgrenzwertes wird die Regressionsgleichung von Baldwin, Cournand und Richards benutzt. (3,4)

$$\text{Männer: } [86,5 - (0,522 \times \text{Alter})] \times \text{Körperoberfläche}$$

$$\text{Frauen: } [71,3 - (0,474 \times \text{Alter})] \times \text{Körperoberfläche}$$

3) Besprechung der Untersuchungsergebnisse

In den folgenden graphischen Darstellungen sind in der Ordinate die Lungenwerte (VK %, FEV₁%, AGW %) angegeben, in der Abszisse sind die Patienten nach Nummern hintereinander aufgeführt. Diese Nummern bezeichnen innerhalb einer Probandengruppe jeweils ein und denselben Patienten. Bei den mit einem Stern * gekennzeichneten Probanden waren die Werte entweder nicht angegeben oder es handelt sich um offensichtlich falsch ermittelte Werte, die zur Berechnung des Durchschnitts und der Abweichungen nicht weiter verwendet wurden.

Zeichenerklärung

- X : mit Spirometer ermittelter Wert
- : mit Plethysmographen ermittelter Wert
- : mit Sandoz M 403 ermittelter Wert
- : Sollwert
- n : Patientenzahl in der jeweiligen Gruppe

In den Tabellen ist die Zahl der Abweichungen

- 1) zwischen 0 % bis einschliesslich 5 %
- 2) zwischen 5 % bis einschliesslich 10 %
- 3) zwischen 10 % bis einschliesslich 20 %
- 4) grösser als 20 %

sowie die durchschnittliche Abweichung und grösste Abweichung (= grösste relative Differenz) bei VK %, FEV₁% und AGW% aufgeführt.

In Tabelle 8 (Seite 26) sind zur besseren Übersicht die prozentualen Mittelwerte der Lungenfunktionsparameter und die durchschnittliche Abweichung für die VK%, FEV₁% und AGW% für jede einzelne Gruppe angegeben.

1. Gruppe der Mitralfehler: Untergruppe Mitralstenose

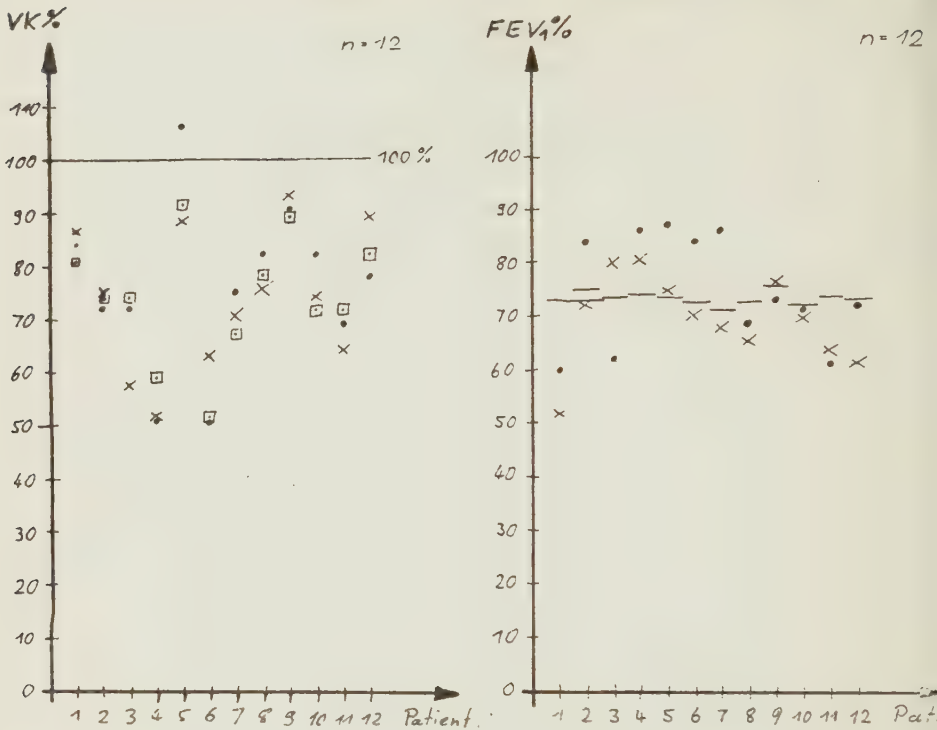


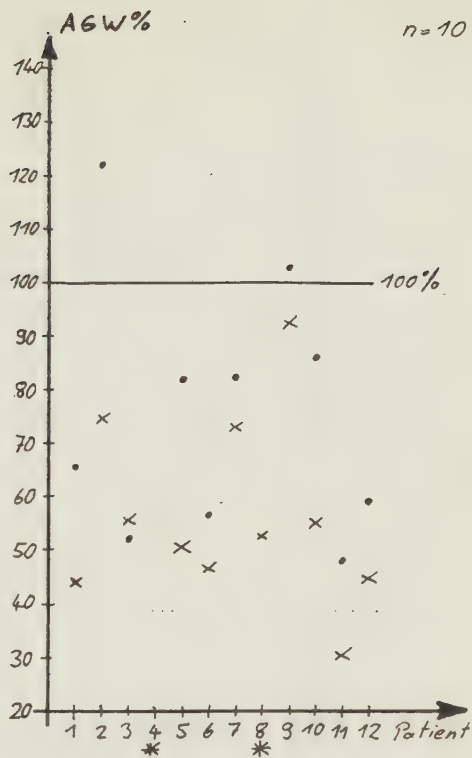
Abb.1: VK% bzw FEV₁% der Untergruppe Mitralstenose

Die Abbildungen 1. und 2. zeigen die Streubreite der Messwerte VK%, FEV₁% und AGW% bei den Patienten mit Mitralstenose.

Die Abweichungen der Gerätemesswerte bei der Untergruppe Mitralstenose sind in Tabelle 1. aufgeführt; sie und die folgenden Tabellen 2, 3, 4, 5, 6 und 7 zeigen Zahl und Grösse der Messabweichungen.

Die Werte der Vitalkapazität und 1-Sekundenkapazität erheben bei Mitralstenose keine wesentlichen Abweichungen, während die Werte des Atemgrenzwertes sich bereits stärker unterscheiden. Die grösste relative Differenz liegt hier bei 47%.

Abb.2:
AGW% der Untergruppe
Mitralstenose



Tab.1: Abweichungen der Gerätemesswerte untereinander

	VK%	FEV ₁ %	AGW%
n	12	12	10
Abweichungen von 0% bis 5%	1	4	1
Abweichungen von 5,1% bis 10%	6	2	3
Abweichungen von 10,1% bis 20%	5	6	1
Abweichungen grösser als 20%	0	0	5
Durchschnittliche Abweichung	2%	4,8%	18,9%
Grösste Abweichung	19%	18%	47%

Untergruppe kombinierter Mitralfehler

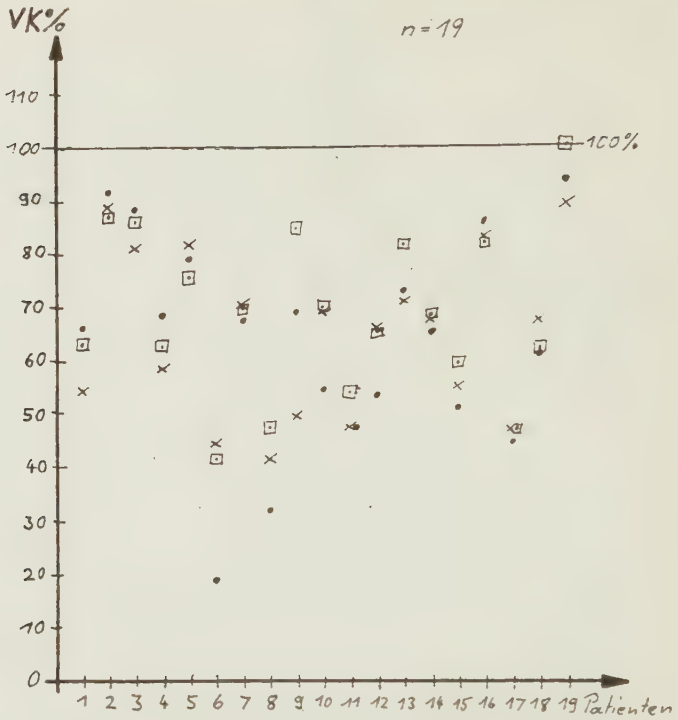


Abb.3: VK% der Untergruppe komb. Mitralfehler

Tab.2: Abweichungen der Gerätemesswerte untereinander

	VK%	FEV ₁ %	AGW%
n	19	18	15
Abweichungen von 0% bis 5%	5	5	2
Abweichungen von 5,1% bis 10%	6	6	4
Abweichungen von 10,1% bis 20%	6	6	2
Abweichungen grösser als 20%	2	1	7
Durchschnittliche Abweichung	4,7%	7,2%	16,3%
Grösste Abweichung	35%	35%	51%

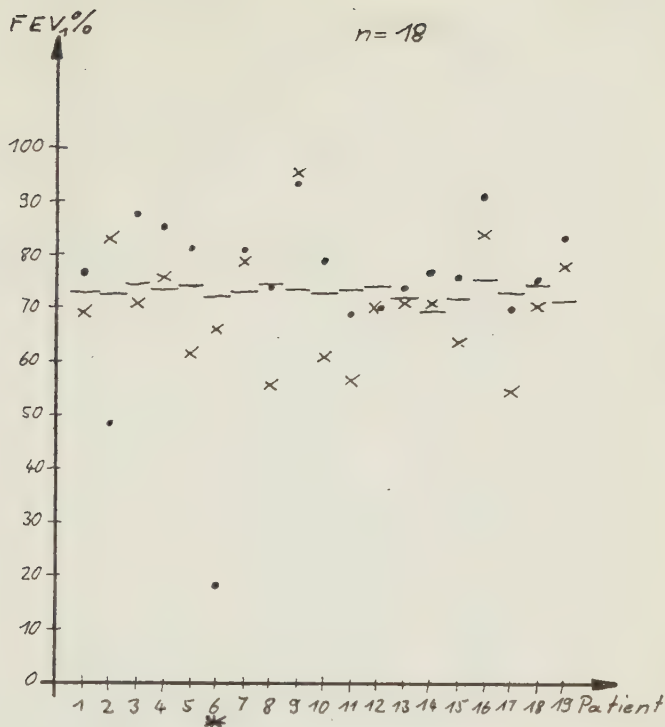


Abb.4: FEV₁% der Untergruppe komb.Mitralfehler

Die Abbildungen 3,4 und 5 zeigen die Streubreite der Messwerte VK%, FEV₁% und AGW% bei den Patienten mit komb.Mitralfehler

Bei der relativen Vitalkapazität (Abb.3) fällt auf, dass diese Werte generell etwa 10% höher liegen als bei den Patienten mit Mitralstenose (Abb.1). Dieser Unterschied ist jedoch nicht Folge der verschiedenen Messapparate, sondern der unterschiedlichen Auswirkungen dieser zwei Herzfehler auf den Gesamtorganismus.

Bei der Untergruppe komb.Mitralfehler sind die durchschnittlichen Abweichungen bei VK% und FEV₁% grösser als bei der vorhergehenden Untergruppe. Es kommt bei der VK% in zwei Fällen, bei der FEV₁% in einem Fall zu über 20% grossen Differenzen.

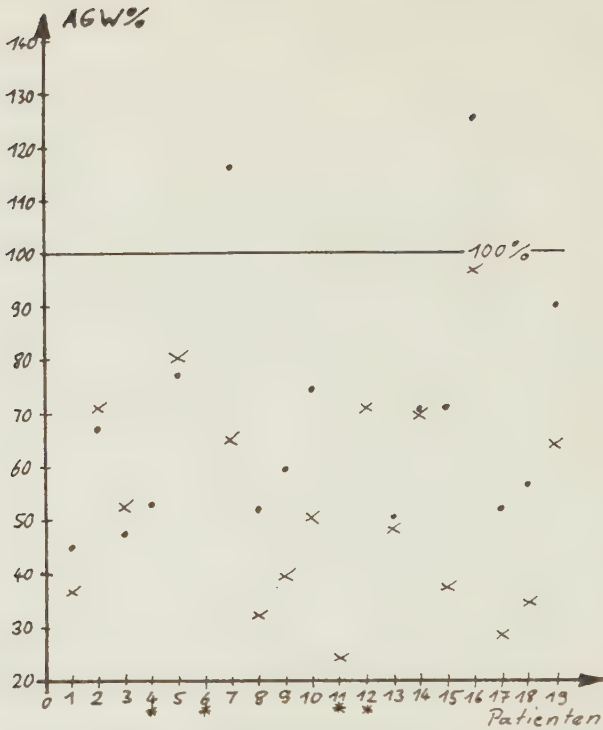


Abb.5: AGW% der Untergruppe komb.Mitralfehler

Bei der Streubreite des Atemgrenzwertes kommt es bei beiden Gruppen der Mitralfehler zu keinen nennenswerten Unterschieden.

Bei der Untergruppe Mitralstenose sind bei 5 Fällen (n= 10) die Abweichungen grösser als 20%, bei der letzten Gruppe sind es 7 Fälle (n= 15). Die grösste relative Differenz liegt beim kombinierten Mitralfehler bei 51%.

2. Gruppe der Aortenklappenkrankheiten: Untergruppe Aortenstenose

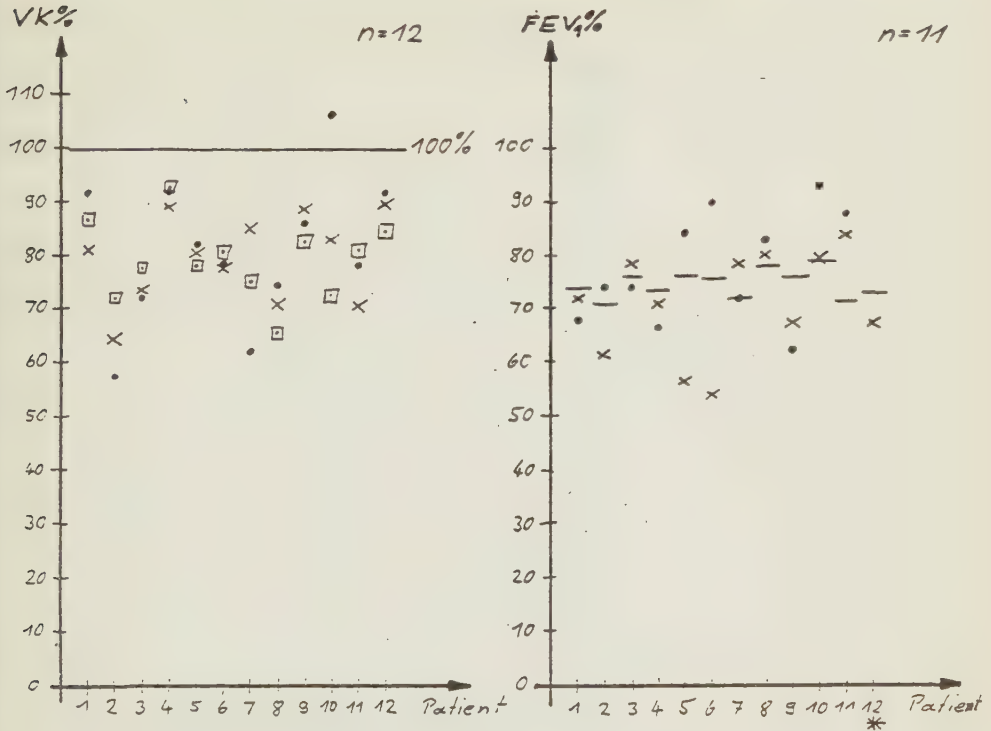


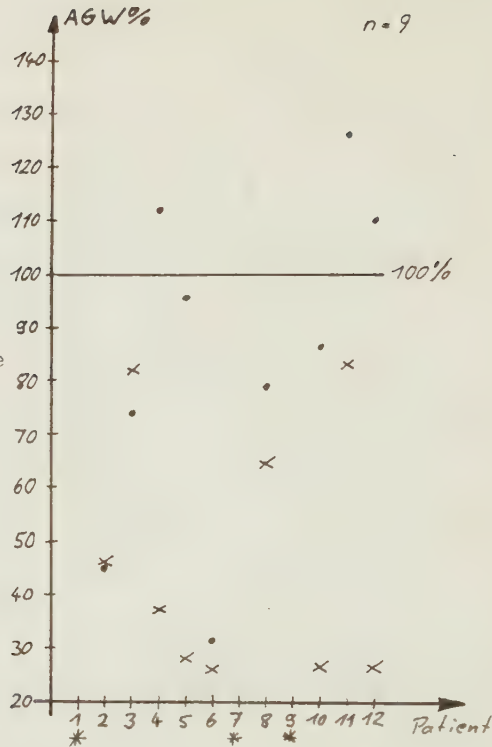
Abb.6: VK% bzw FEV₁% der Untergruppe Aortenstenose

Die Streubreite der Werte für VK%, FEV₁% und AGW% bei Aortenstenose zeigen die Abb.6 und 7, während in Tab.3 die Abweichungen der Gerätemesswerte aufgeführt sind.

Hier ergeben sich für VK% und FEV₁% im Mittelwert keine wesentlichen Differenzen. Für den AGW% ergeben sich mit 37,8% durchschnittlicher Abweichung und einer grössten relativen Differenz von 83% die höchsten Werte.

Die unterschiedlichen Grössen der Vitalkapazität, der 1-Sekundenkapazität und des Atemgrenzwertes (siehe auch Tab.8) bei Aortenstenose, Aorteninsuffizienz und kombiniertem Aortenfehler erklären sich aus den verschiedenen Auswirkungen dieser Perzfehler auf den grossen und kleinen Kreislauf.

Abb.7:
AGW% der Untergruppe
Aortenstenose



Tab.3: Abweichungen der Gerätemesswerte untereinander

	VK%	PrV ₁	AGW%
n	12	11	9
Abweichungen von 0% bis 5%	3	6	1
Abweichungen von 5,1% bis 10%	3	1	2
Abweichungen von 10,1% bis 20%	4	2	1
Abweichungen grösser als 20%	2	2	5
Durchschnittliche Abweichung	2%	7%	37,8%
Grösste Abweichung	34%	36%	83%

Untergruppe Aorteninsuffizienz

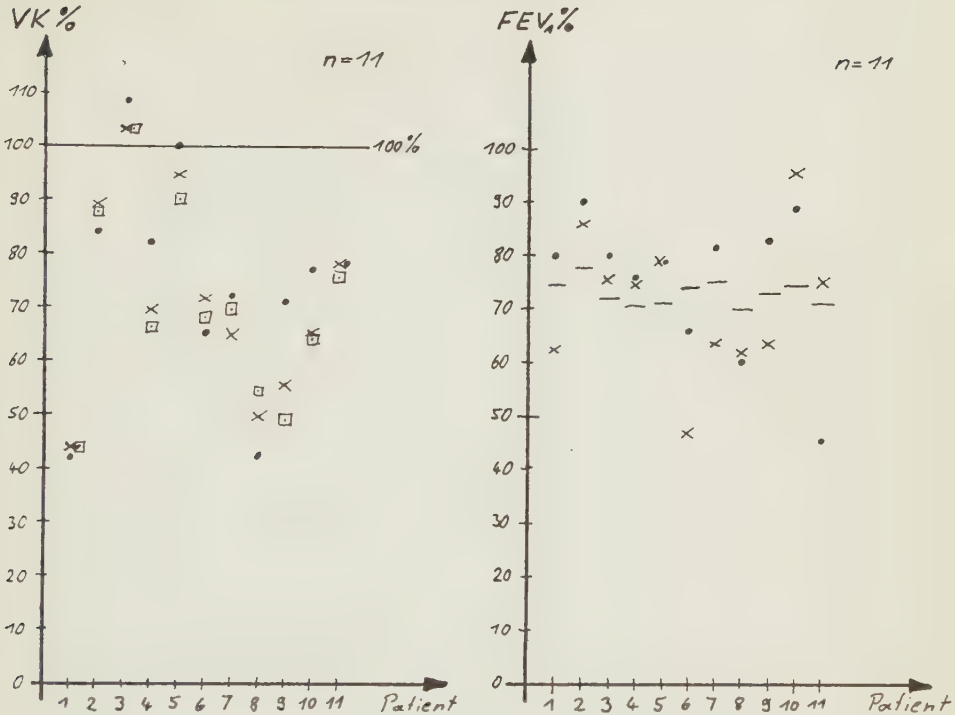


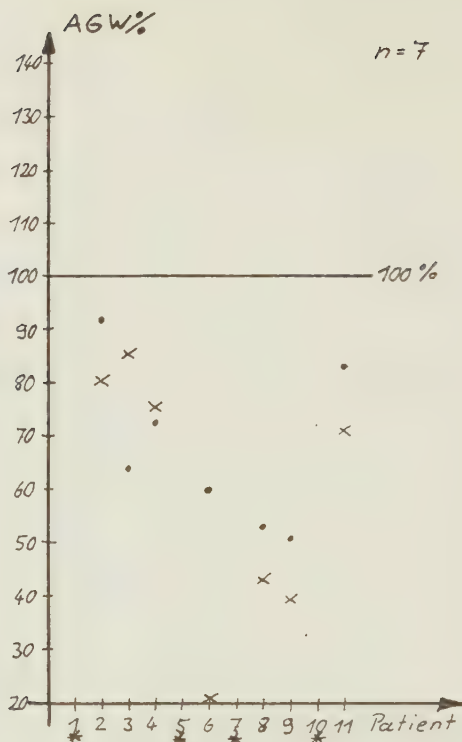
Abb. 8: VK% bzw FEV₁% der Untergruppe Aorteninsuffizienz

Die Abb. 8 und 9 zeigen die Streubreite der Messwerte VK%, FEV₁% und AGW%; Tab. 4 gibt die Abweichungen der Gerätemesswerte untereinander an.

Der Lungenparameter AGW% erreicht hier mit einer durchschnittlichen Abweichung von 8,5% seinen geringsten Wert.

Bei allen drei Aortenklappenkrankheiten unterscheiden sich die durchschnittlichen Abweichungen der Vitalkapazität nur wenig, sie liegen zwischen 2% und 4,7%.

Abb.9:
AGW% der Untergruppe
Aorteninsuffizienz



Tab.4: Abweichungen der Gerätemesswerte untereinander

	VK%	FEV ₁	AGW%
n	11	11	7
Abweichungen von 0% bis 5%	3	5	1
Abweichungen von 5,1% bis 10%	4	1	
Abweichungen von 10,1% bis 20%	3	4	
Abweichungen grösser als 20%	1	1	2
Durchschnittliche Abweichung	4,7%	4,3%	8,5
Grösste Abweichung	22%	30	

Untergruppe kombinierter Aortenfehler

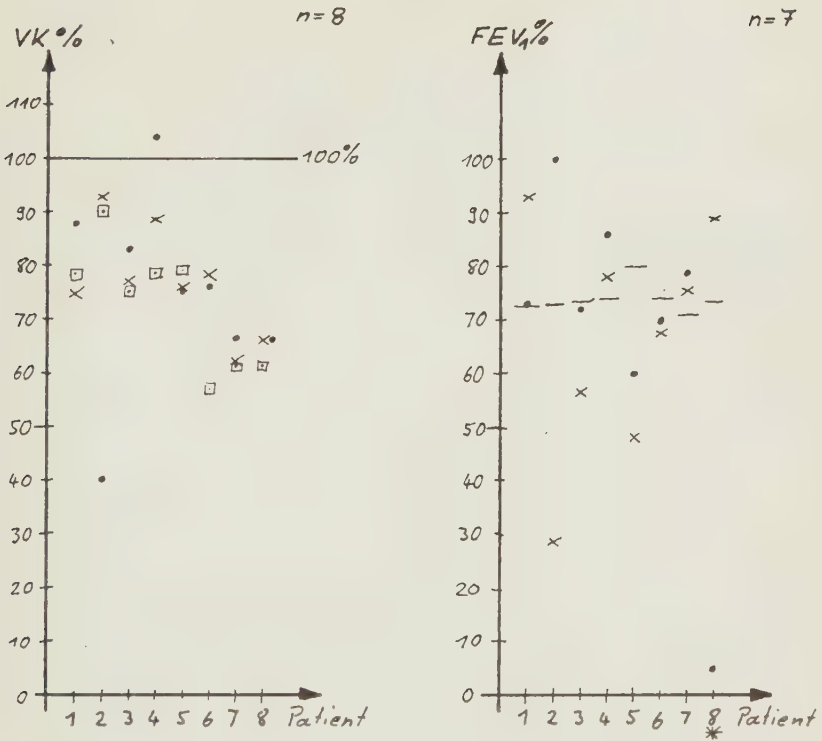
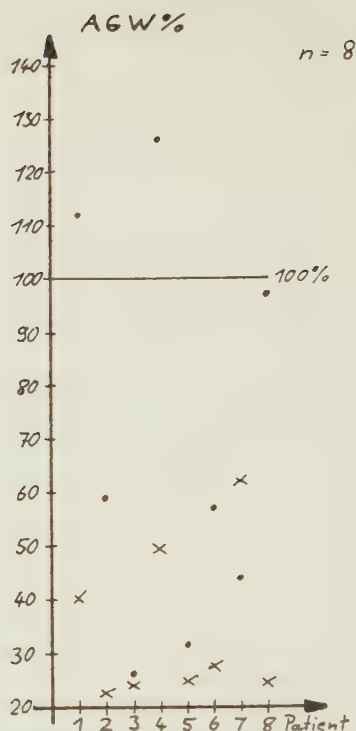


Abb.10: VK% bzw FEV₁% der Untergruppe komb. Aortenfehler

Die Abb.10 und 11 zeigen die Streubreite der Messwerte VK%, FEV₁% und AGWS%, Tab.5 die Abweichungen der Gerätemesswerte der Untergruppe komb. Aortenfehler.

Die 1-Sekundenkapazität erreicht hier mit einer durchschnittlichen Abweichung von 13,3% ihren höchsten Wert. Die Streubreite liegt beim Atemgrenzwert ebenfalls sehr hoch, ist bei der Untergruppe Aortenstenose jedoch noch höher. Die Abweichung der Vitalkapazität ist mit 2,2% sehr gering.

Abb.11:
AGW% der Untergruppe
komb.Aortenfehler



Tab.5: Abweichungen der Gerätemesswerte untereinander

	VK%	FEV ₁ %	AGW%
n	8	7	8
Abweichungen von 0% bis 5%	3	2	1
Abweichungen von 5,1% bis 10%	1	2	1
Abweichungen von 10,1% bis 20%	1	2	1
Abweichungen grösser als 20%	3	1	5
Durchschnittliche Abweichung	2,2%	13,3%	34,7%
Grösste Abweichung	53%	71%	77%

3. Gruppe der koronaren Herzkrankheit

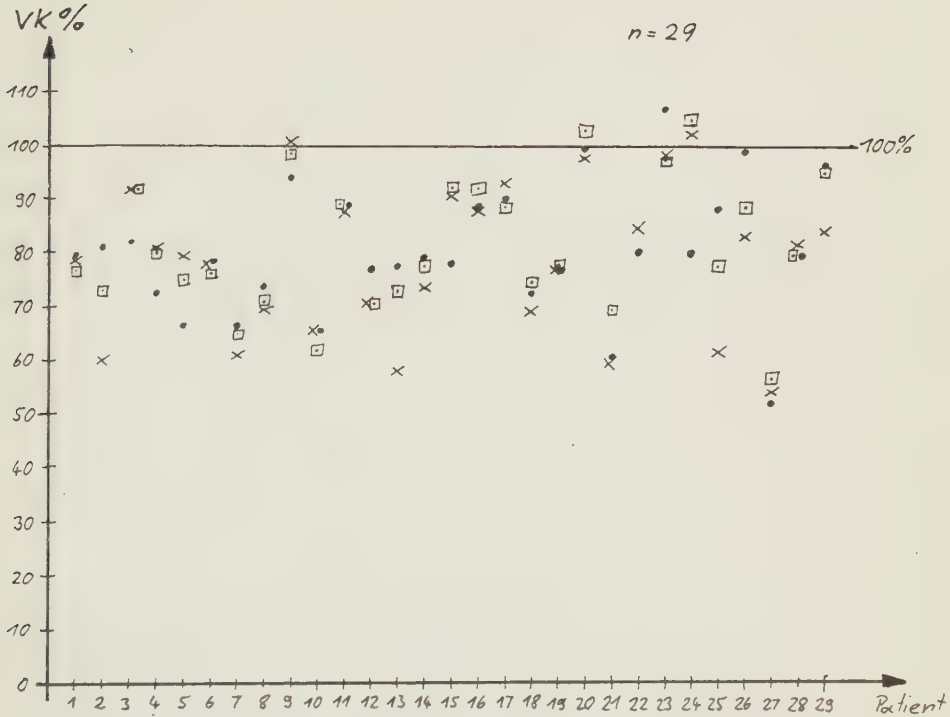


Abb.12: VK% der Gruppe Koronare Herzkrankheit

Die Abb. 12 und 13 zeigen die Streubreite der Messwerte bei der Vitalkapazität und der 1-Sekundenkapazität, Tab.6 enthält die Abweichungen der Gerätemesswerte untereinander.

Die Werte der Vitalkapazität ergeben bei der Gruppe Koronare Herzkrankheit mit einer durchschnittlichen Abweichung von 1,7% die geringste Differenz. Bei der 1-Sekundenkapazität erreicht die durchschnittliche Abweichung mit 8% einen recht hohen Wert.

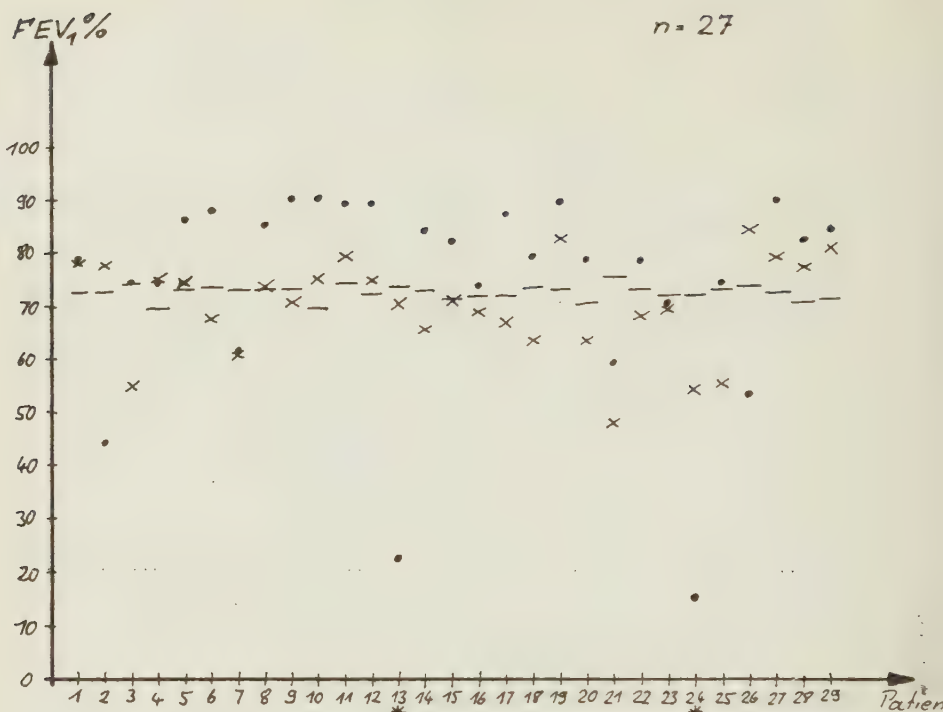


Abb.13: FEV₁% der Gruppe Koronare Herzkrankheit

Tab.6: Abweichungen der Gerätemesswerte untereinander

	VK%	FEV ₁ %	AGW%
n	29	27	23
Abweichungen von 0% bis 5%	12	7	2
Abweichungen von 5,1% bis 10%	9	2	3
Abweichungen von 10,1% bis 20%	5	15	2
Abweichungen grösser als 20%	3	3	16
Durchschnittliche Abweichung	1,7%	8%	21,3%
Grösste Abweichung	27%	33%	66%

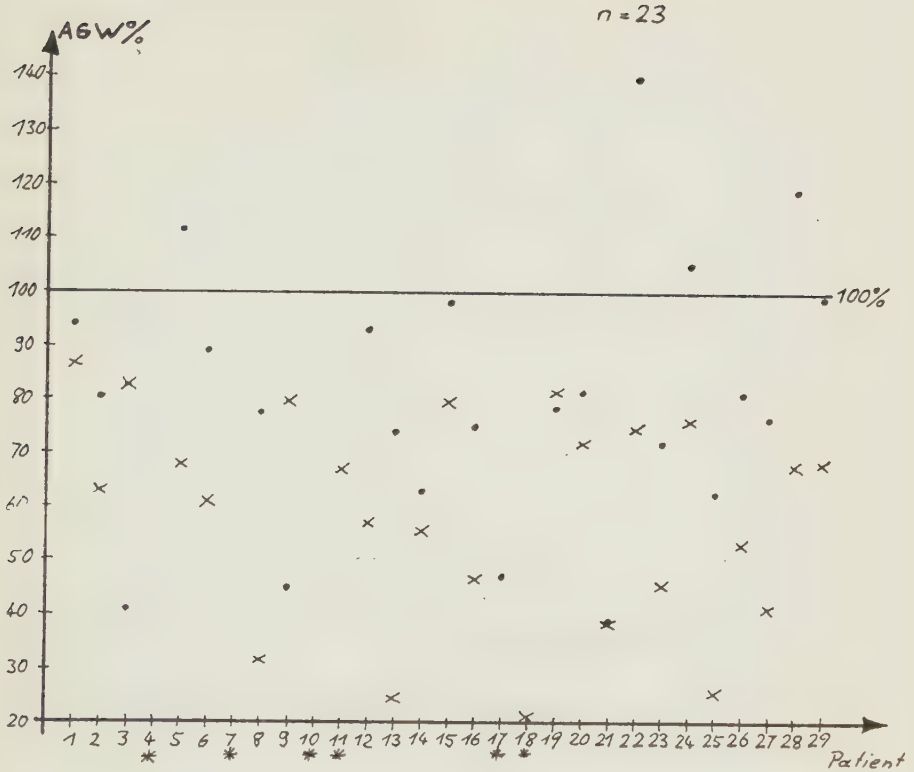


Abb. 14: AGW% der Gruppe Koronare Herzkrankheit

Mit 21,3% (Tab. 6) bewegt sich die durchschnittliche Abweichung beim Atemgrenzwert im Rahmen der Differenzen der anderen Gruppen.

4. Gruppe Vorhofseptumdefekt

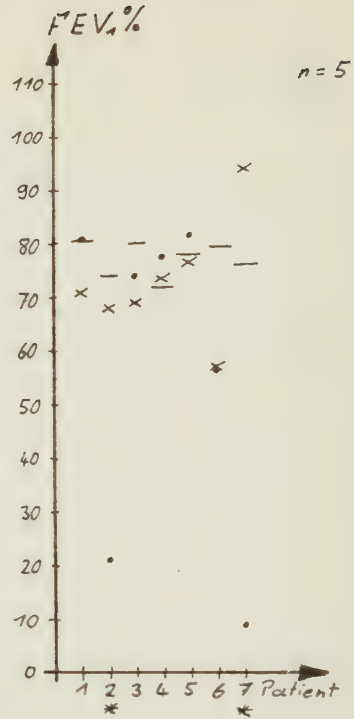
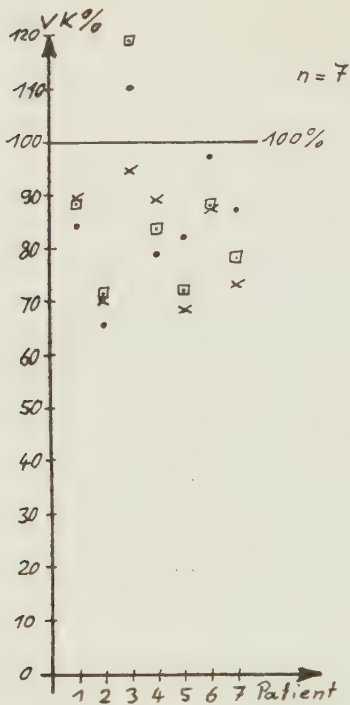
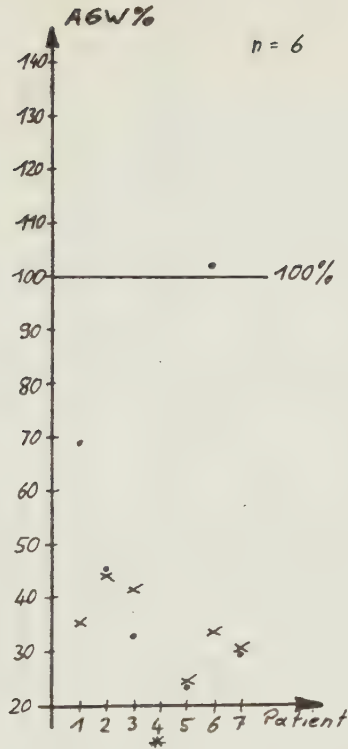


Abb.15: VK% bzw FEV₁% der Gruppe Vorhofseptumdefekt

Die Streubreite der Werte VK%, FEV₁% und AGW% der Gruppe Vorhofseptumdefekt zeigen die Abb.15 und 16. Die Tab.7 enthält die Abweichungen der Gerätemesswerte untereinander.

Die durchschnittlichen Abweichungen für die Vitalkapazität, die 1-Sekundenkapazität und den Atemgrenzwert entsprechen mit 4,8%, 4,7% und 15,5% den Differenzen in den vorhergehenden Gruppen.

Abb.16:
AGW% der Gruppe
Vorhofseptumdefekt



Tab.7: Abweichungen der Gerätemesswerte untereinander

	VK%	FEV ₁ %	AGW%
n	7	5	6
Abweichungen von 0% bis 5%	-	4	3
Abweichungen von 5,1% bis 10%	4	1	1
Abweichungen von 10,1% bis 20%	2	-	-
Abweichungen grösser als 20%	1	-	2
Durchschnittliche Abweichung	4,3%	4,7%	15,5%
Grösste Abweichung	24%	10%	...

	Mitral- stenose	komb. Mitral- fehler	Aorten- stenose	Aortenin- suffizienz	komb. Aorten- fehler	Koronare Herzerkrank.	Vorhof- septumdefekt
<u>VK%</u>							
Spiro- meter	74%	64%	79,5%	71,3%	76,8%	78,6%	81,6%
Plethys- mograph	74,2%	68,7%	79%	70%	76,6%	78,6%	85,7%
Sandoz M 403	76%	66,2%	81%	74,7%	74,8%	80,3%	86,4%
Durchschn. Abweichung	2%	4,7%	2%	4,7%	2,2%	1,7%	4,8%
<u>FEV₁%</u>							
Soll- wert	73%	73,1%	74,6%	73%	73,9%	72,2%	77,1%
Spiro- meter	69,3%	70,6%	70,7%	71,2%	63,8%	70,2%	69,4%
Sandoz M 403	74,1%	77,8%	77,7%	75,5%	77,1%	78,2%	74,1%
Durchschn. Abweichung	4,8%	7,2%	7%	4,3%	13,3%	8%	4,7%
<u>ACW%</u>							
Spiro- meter	56,7%	53,9%	46,6%	59,4%	34,4%	61,1%	35%
Sandoz M 403	75,6%	70,2%	84,4%	67,9%	69,1%	82,4%	50,5%
Durchschn. Abweichung	18,9%	16,3%	37,8%	8,5%	34,7%	21,3%	15,5%

Tab. 8: Darstellung der prozentualen Mittelwerte für jede Gruppe, bezogen auf den Sollwert für VK%, FEV₁% und ACW%, und die durchschnittliche Abweichung pro Leistungsparameter.

4) Diskussion der Untersuchungsergebnisse

Die ausgewerteten Messresultate der Vitalkapazität, 1-Sekundenkapazität und des Atemgrenzwertes der verwendeten Lungenmessgeräte zeigen folgende Ergebnisse:

Generell ragt keine Gruppe dadurch hervor, dass sie bei allen Lungenwerten entweder sehr kleine oder sehr grosse Diskrepanzen aufweist.

Bevor nun genauer auf die Abweichungen bei den Lungenparametern eingegangen wird, noch einige Angaben zur Messgenauigkeit des elektronischen Spirographen M 403 in der Literatur.

Nach P.Cose u. Mitarb. (7) ergibt ein Vergleich mit einem Collins Glockenspirometer bei einem Kollektiv von 30 Patienten keinen klinisch bedeutsamen Unterschied in der forcierten Vitalkapazität (FVK), dem forcierten Expirationsvolumen in der ersten Sekunde (FEV_1) oder dem Atemgrenzwert (AGW). Nach G.v.Nieding u. Mitarb. (15) haben vergleichende Untersuchungen gezeigt, dass die Messgrößen für die forcierte Vitalkapazität und dem forcierten Expirationsvolumen (FEV_1) bei dem M 403 systematisch um etwa 10 % zu niedrig bestimmt werden. Messungen von H.P.Anderhub u. Mitarb. (2) führen zu einem ähnlichen Resultat. Hier ergeben sich Unterschiede bei der Vitalkapazität von 10-20 % nach unten.

Die Abweichungen der Vitalkapazität der verschiedenen Herzkrankheiten reichen von 1,7 % (Tab.6) bis maximal 4,8 % (Tab.7). Die Abweichung, auf alle Patienten bezogen, beträgt 2,9 %. Nach Angaben in der Literatur (2,15) hätte erwartet werden müssen, dass die Werte der forcierten Vitalkapazität des M 403 systematisch um gut 10 % niedriger liegen, als die Werte des Spirographen oder des Plethysmographen. Der Grund liegt nach Meinung von H.P.Anderhub u. Mitarb. darin, dass es bei forcierter maximaler Ausatmung zu einer gewissen Kompression und Stenosierung der Atemwege im Sinne eines "air-trapping" kommt. Bei dieser Untersuchung an einem Kollektiv von herzkranken

Patienten ist eine systematische Unterschätzung der forcierten Vitalkapazität bei dem M 403 nicht zu erkennen. Diese Arbeit zeigt klinisch vernachlässigbare Unterschiede in den ermittelten Werten für die Vitalkapazität.

Grösser sind bereits die Abweichungen bei der relativen 1-Sekundenkapazität. Sie betragen hier zwischen 4,3 % (Tab.4) und 13,3 % (Tab.5). Bezogen auf alle ausgewerteten Fälle, ist die Abweichung 7,1 % (n=91). Die Werte des Sandoz M 403 liegen in allen Gruppen im Durchschnitt höher, als die Werte des Spirometers. Im Gegensatz dazu steht eine Untersuchung von G.v.Nieding u. Mitarb. (15), wo die FEV₁ Werte des M 403 niedriger liegen, als die Spirometerwerte. H.P.Anderhub u. Mitarb. geben dagegen an, dass bei ihren Messungen die Werte der absoluten 1-Sekundenkapazität, die mit dem M 403 ermittelt wurden, mit den bisher angegebenen Sollwerten gleichgesetzt werden können. Die relative 1-Sekundenkapazität fällt dadurch zu hoch aus, dass bei der Berechnung der relativen 1-Sekundenkapazität nach der Formel:

$$\text{FEV}_1\% = \frac{\text{FEV}_1}{\text{VK}} \cdot 100$$

die zu niedrigen Werte der forcierten Vitalkapazität in den Nenner eingehen und den absoluten Wert des Bruches dadurch erhöhen (2). Da bei den untersuchten Patienten die Sandoz VK nicht zu niedrig gemessen wurde, entfällt hier dieser Grund.

Die Werte des Spirometers und des M 403 ergeben bei der 1-Sekundenkapazität FEV₁% also einen Unterschied zwischen 4,7 % und 13,3 %. Da nach H.P.Anderhub u. Mitarb. die mittlere Streuung bei etwa 17 % liegt und erst beim Unterschreiten dieser Grenze Lungenfunktionsstörungen sicher angenommen werden können (2), sollten diese Abweichungen noch nicht zu Fehldiagnosen führen. Bei der Interpretation der Messwerte im Einzelfall muss, wie bei allen spirometrischen Prüfungen, die physiologische Variation mit berücksichtigt werden. (2)

Der Atemgrenzwert zeigt die grössten Abweichungen bei den Messwerten. Die Diskrepanzen reichen hier von 8,5 % (Tab.4) bis maximal 37,8 % (Tab.3). Die mittlere Abweichung, bezogen auf das gesamte Patientenkollektiv liegt bei 21,7 %. Es fragt sich jedoch, wie bedeutsam diese recht hohen Abweichungen wirklich sind. Nach H.W.Knipping u. Bolt ist der Atemgrenzwert nicht als absolutes Mass der Ventilation zu werten, sondern dient zur Orientierung über die Leistungsreserven der Atmung (11). Auch nach A.A.Bühlmann u. Mitarb. dient der Atemgrenzwert nur zur Abschätzung der dynamischen Atemreserven (5). Der Atemgrenzwert ist also nur eine Orientierung. Ausserdem ergeben sich bereits bei der Berechnung der Sollwerte viele Variationsmöglichkeiten. So werden zur Bestimmung der Sollwerte des Atemgrenzwertes allein vier Methoden angegeben:

- 1) Regressionsgleichung nach Baldwin u. Mitarb. (4)
- 2) Sollvitalkapazität x 22 bei Patienten bis zu 45 Jahren
Sollvitalkapazität x 17 bei Patienten um 60 Jahre (11)
- 3) Sollvitalkapazität x 33 (4)
- 4) Sollvitalkapazität x 40 (5)

Hierbei ergibt Methode eins ähnlich niedrige Sollwerte wie die Methode zwei nach H.W.Knipping (11).

In Anbetracht dieser Diskrepanzen der Sollwerte ist eine zu hohe Anforderung an die Genauigkeit des Atemgrenzwertvolumens klinisch nicht sinnvoll. Eine Abschätzung der dynamischen Atemreserven ist auch trotz der vorhandenen Abweichungen noch möglich.

Die vorliegenden Messergebnisse zeigen, dass mit den verschiedenen verwendeten Apparaten klinisch genügend übereinstimmende Werte gemessen werden. Voraussetzung dafür ist, dass Ables- und Bedienungsfehler vermieden werden sowie regelmässige technische Überwachungen und Eichungen der Messgeräte erfolgen (18).

5) Zusammenfassung

In dieser Arbeit geht es darum, herauszufinden, ob bei Herzkranken die Bestimmung der Lungenfunktionswerte durch verschiedene übliche Messgeräte zu klinisch bedeutsamen Abweichungen führt.

Deshalb werden bei einem Kollektiv von 98 Herzkranken mit einem geschlossenen Glockenspirometer, einem Ganzkörperplethysmographen und einem elektronischen Spirometer die Vitalkapazität, 1-Sekundenkapazität und der Atemgrenzwert ermittelt und innerhalb der verschiedenen Herzkrankheitsgruppen verglichen.

Bei dem statischen Lungenparameter Vitalkapazität sind die Unterschiede in allen Gruppen sehr gering und betragen zwischen 1,7 % und 4,8 % der prozentualen Vitalkapazität.

Die beiden dynamischen Parameter $FEV_1\%$ und AGW % zeigen bereits grössere Abweichungen. Bei der relativen 1-Sekundenkapazität liegen sie zwischen 4,7 % und 13,3 %, sind also noch genügend genau, um zwischen normalen und pathologischen Werten unterscheiden zu können. Beim Atemgrenzwert sind die Diskrepanzen am stärksten und betragen 8,5 % bis 34,7 %. Dies erscheint hoch, doch dient der Atemgrenzwert mehr zur Orientierung über die dynamische Lungenreserve und lässt in Bezug auf die Höhe des Sollwertes viel Spielraum, so dass dennoch eine Aussage über die Lungenreserve möglich ist.

Diese Arbeit zeigt also, dass auch bei Herzkranken mit solchen Beschwerden, die eine Operation erfordern, die Lungenwerte, die mit den anfangs aufgezählten Geräten ermittelt werden, nicht so stark voneinander abweichen, dass dies zu Fehldiagnosen der Lungenfunktion führen könnte.

6) Literaturverzeichnis

- (1) Amrein, R., R.Keller, H.Joos, H.Herzog
Neue Normalwerte für die Lungenfunktions-
prüfung mit der Ganzkörperplethysmographie
Dtsch.med.Wschr. 94 (1969) 1785
- (2) Anderhub, H.P., R.Keller, H.Herzog
Spirometrische Untersuchung der forcierten
Vitalkapazität, 1-Sekundenkapazität und
maximalen Atemstromstärke bei 13 798 Personen
Dtsch.med.Wschr. 99 (1974) 33
- (3) Baldwin, E.DEF., A.Cournand und D.W.Richards jr.
Medicine (Baltimore) (1948) 27,243
- (4) Bartels, M., E.Bücherl, C.W.Hertz, G.Rodewald, M.Schwab
Lungenfunktionsprüfungen
Springer Verlag Berlin (1959), pag. 51-54, 72
- (5) Bühlmann A.A., PM Rossier
Klinische Pathophysiologie der Atmung
Springer Verlag Berlin (1970), pag.6-8, 98-107
- (6) Bühlmann A.A. und M.Scherrer
Neue Normalwerte für die Vital- und Totalkapazität
der Lungen
Schweiz.med.Wschr. 103,(1973),660
- (7) Cox Paul, Lynne Miller and Thomas L.Petty
Clinical Evaluation of a New Electronic Spirometer
Chest 63 (1973) 517
- (8) Godfrey, S.P.König u. T.Andrea
Measurement of Lungfunction in Asthma Clinic
Lancet Vol.II (1973) 205
- (9) Hertz, C.W.,
Begutachtung von Lungenfunktionsstörungen
Thieme Verlag Stuttgart (1968)
- (10) Kania J., P.Lawin
Lungenfunktionsanalyse im klinischen Routinebetrieb
Z.prakt.Anästh. 8 (1973) 53

- (11) Knipping, H.W. u. Bolt
Untersuchung u. Beurteilung des Herzkranken
Ferdinand Enke Verlag Stuttgart (1960), pag.178-184
- (12) Knipping, H.W. u. H.Rink
Klinik der Lungenkrankheiten
Schattauer Verlag Stuttgart (1964), pag.132-133
- (13) Medical Tribune
Wiesbaden
Jahrgang 9, Nr.3 vom 18.1.1974, 42
- (14) Neumann - Burg
Lungen- u. Herzkreislauffunktion
De Gruyter Verlag Berlin-New York (1971), 10,11
- (15) Nieding v. G., H.Löllger, H.Krekeler und U.Smidt
Klinisch-experimentelle Untersuchungen zur
Lungenfunktionsprüfung mit einem Thermistor als
Atemstromrezeptor
Pneumologie 150, (1974) 19
- (16) Sandoz Medizintechnik
Lungenfunktionsanalysator M 403
05101/Okt.73/Di
Informationsschrift der Firma Sandoz-Würzburg
- (17) Schettler, Gotthard
Innere Medizin
Thieme Verlag Stuttgart 1969, pag.298
- (18) Schönstedt, Steffen
Lungenfunktionsprüfung mit verschiedenen Geräten
Dissertation an der Med. Fak. der Universität
Erlangen 1971
- (19) Siemens Aktiengesellschaft
M 24/350 d
Siregnost FD 91
Informationsschrift der Firma Siemens Erlangen
- (20) Ulmer, W.T., G.Reichel u. D.Nolte
Lungenfunktion
Thieme Verlag Stuttgart (1976), pag.11-14, 16, 171

Herrn Professor Dr.R.Leutschaft danke ich für
die freundliche Überlassung des Themas sowie
für seine Hinweise und Anregungen bei der Aus-
führung dieser Arbeit.

LEBENS LAUF

11. Febr. 1951	Geboren als Sohn des Kaufmanns Hans Meißner und seiner Ehefrau Ingeborg Meißner in Bayreuth.
1957 - 1961	Besuch der Graserschule in Bayreuth.
1961 - 1970	Besuch des "Graf-Münster-Gymnasium"s, mathematisch-naturwissenschaftlicher Zweig, ebenfalls in Bayreuth.
Juni 1970	Abitur, danach 2 Jahre Wehrdienst bei der Bundesmarine.
30. Juni 1972	Entlassung aus der Bundeswehr.
1. Juli 1972 - 30. Sept. 1972	Tätigkeit als Praktikant im zahntechnischen Labor "Unterberger" in Bayreuth.
Sommersemester 73	Beginn des Studiums der Zahnmedizin an der "Friedrich-Alexander-Universität" in Erlangen.
Febr. 1974	Ablegung der naturwissenschaftlichen Vorprüfung der Zahnheilkunde.
Juli/August 1975	Absolvieren der zahnärztlichen Vorprüfung.
18. Juli 1978	Abschluß des Studiums mit dem Staatsexamen.
2. Okt. 78 bis heute	Assistententätigkeit bei Dr. Dr. Hansohm in Kiel.

Kiel, den 10. Mai 1979

Hans-Joachim Lippert

